

PAT-NO: JP405042337A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05042337 A  
TITLE: METHOD FOR FORMING FREE CURVED SURFACE BY LASER BEAM  
PUBN-DATE: February 23, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
ARAI, TAKEJI  
KATO, SHUNEI  
MIHASHI, HIROSHI  
NANBA, YOSHIHARU  
ODA, NAOKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
AMADA CO LTD	N/A

APPL-NO: JP03199149  
APPL-DATE: August 8, 1991

INT-CL (IPC): B21D051/12, B21D007/00 , B23K026/00 , H01S003/00  
US-CL-CURRENT: 72/342.1

ABSTRACT:

PURPOSE: To form a desired free curved surface without using a special die by irradiating a material to be machined concentrically, etc., with heating laser beam, heating it locally to a high temperature and generating plastic deformation.

CONSTITUTION: The material 15 to be machined is irradiated with laser beam 19 from a laser beam oscillator 3 through a machining head part 9 provided with a reflecting mirror 5, a condenser lens 7, etc. This material 15 to be machined is fixed on a movable table 11 through a holder 17. In a free curved surface forming device 1 by laser beam, the movable table 11 is controlled by a table controller 13 and the material 15 to be machined is irradiated with the laser beam 19 radiating in a mode to draw a closed curve such as a concentric circle, a spiral curve or a suitable shaped curve in a multiplex form around a prescribed point of the material 15 to be machined. In this way, the material 15 to be machined is heated efficiently locally to a high temperature to generate plastic deformation, to be bent and to form a free curved surface.

COPYRIGHT: (C)1993, JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-42337

(43)公開日 平成5年(1993)2月23日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 1 D 51/12		7011-4E		
7/00		7362-4E		
B 2 3 K 26/00	A	7920-4E		
H 0 1 S 3/00	B	8934-4M		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平3-199149

(22)出願日 平成3年(1991)8月8日

(71)出願人 390014672

株式会社アマダ

神奈川県伊勢原市石田200番地

(72)発明者 新井 武二

埼玉県入間郡三芳町北永井871-5-3-201

(72)発明者 加藤 俊英

神奈川県伊勢原市伊勢原4-14-27-204

(72)発明者 三橋 浩志

神奈川県平塚市御殿3-4-5

(72)発明者 難波 義治

愛知県春日井市岩成台5-9-9

(74)代理人 弁理士 三好 秀和 (外4名)

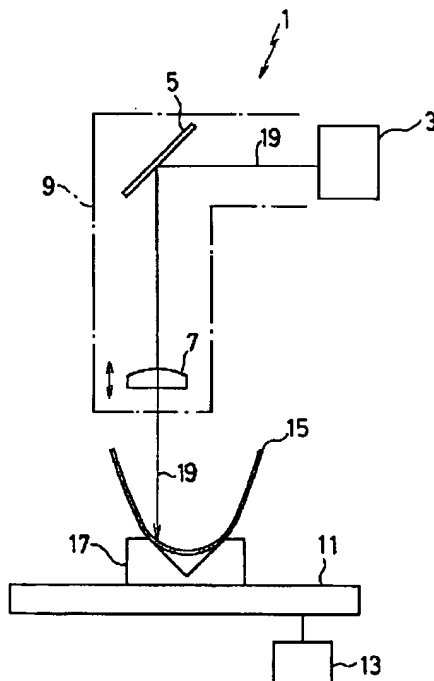
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レーザによる自由曲面成形方法

(57)【要約】

【目的】 特別な金型を使用することなく、所要の自由曲面を形成することを目的とする。

【構成】 被加工材の所定点を中心とする同心円状あるいは渦巻状または適宜形状の閉曲線を多重に描く態様に前記被加工材に加熱用ビームを照射して球面を含む自由曲面を形成し、あるいは円筒形状の被加工材の一端側にほぼ三角形の複数の突起片を備えた態様に形成しこの円筒形状の前記各突起片の先端部側から基部側へ加熱用ビームを照射して各突起片を内側へ湾曲せしめ前記各突起片の隣接辺を接合せしめて円筒形状の一端側を半球状に形成し、または加熱用ビームの照射部の出力の変化を自由に被加工材へ与えながら任意の自由曲面形状を形成するレーザ自由曲面成型装置を構成する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被加工材の曲げ加工を行う部分へ加熱用ビームを照射し、局部的に高温に加熱して塑性変形を生じせしめ、前記被加工材の曲げ加工を行うことにより自由曲面を成形する方法にして、前記被加工材の所定点を中心とする同心円状あるいは渦巻状または適宜形状の閉曲線を多重に描く態様に前記被加工材に加熱用ビームを照射して球面を含む自由曲面を形成することを特徴とするレーザによる自由曲面成形方法。

【請求項2】 円筒形状の被加工材の一端側にはほぼ三角形形状の複数の突起片を備えた態様に形成し、この円筒形状の前記各突起片の先端部側から基部側へ加熱用ビームを照射して各突起片を内側へ湾曲せしめ、前記各突起片の隣接辺を接合せしめて円筒形状の一端側を半球状に形成することを特徴とする請求項1に記載のレーザによる自由曲面成形方法。

【請求項3】 加熱用ビームの照射部の出力の変化を自由に被加工材へ与えながら任意の自由曲面形状を形成することを特徴とするレーザによる自由曲面成形方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、被加工材の曲げ加工を行う部分へ加熱用ビームを照射し、局部的に高温に加熱して塑性変形を生じせしめ、前記被加工材の曲げ加工を行うことにより自由曲面を成形するレーザによる自由曲面成形方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、被加工材に自由曲面を形成する方法は、一般的に平板に深絞り加工またはヘラ絞り加工等による機械的な外力を加えて曲げる方法が採用されていた。

【0003】深絞り加工装置は、ダイス上に円板状被加工材を載置し、所要の自由曲面に形成されたボンチで上方向からプレスにより、ダイス穴に押込み、ボンチの作用により被加工材が内方向に絞り込まれ同時にダイス穴中に張出し所要の自由曲面を形成する方法である。

【0004】ヘラ絞り加工装置は、マンドレルと被加工材とをヘッドに取付け回転させる。スピニング工具とレバーとを操作してスピニング工具の先端のローラを被加工材に押付け、マンドレルに沿わせて所要の自由曲面を形成する方法である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の深絞り加工、ヘラ絞り加工等とはともに各種製品に応じたボンチおよびマンドレル等の金型を必要とし、これらの金型の製作には多大の労力および経費を要するものであって、大型製品または多種少量製品の製作には適正な方法ではなかった。

【0006】ところが、本発明の発明者等は長年の研究と実験との繰り返しの結果、高エネルギー密度のレーザビ

2

ームを被加工材に照射することにより、被加工材の降伏応力以上の熱応力を被加工材中に発生させ、外力を加えないでこの熱応力のみで被加工材を塑性変形させ、所要の形状の曲げ加工、例えば自由球面を形成し得ることに着目した。

【0007】本発明の目的は、上記問題点を解決するために、特別な金型を使用することなく、所要の自由曲面を形成するレーザによる自由曲面成形方法を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、被加工材の曲げ加工を行う部分へ加熱用ビームを照射し、局部的に高温に加熱して塑性変形を生じせしめ、前記被加工材の曲げ加工を行うことにより自由曲面を成形する方法にして、前記被加工材の所定点を中心とする同心円状あるいは渦巻状または適宜形状の閉曲線を多重に描く態様に前記被加工材に加熱用ビームを照射して球面を含む自由曲面を形成することを特徴とするレーザによる自由曲面成形方法である。

【0009】また、本発明の他の態様によれば、円筒形状の被加工材の一端側にはほぼ三角形形状の複数の突起片を備えた態様に形成し、この円筒形状の前記各突起片の先端部側から基部側へ加熱用ビームを照射して各突起片を内側へ湾曲せしめ、前記各突起片の隣接辺を接合せしめて円筒形状の一端側を半球状に形成することを特徴とするレーザによる自由曲面成形方法である。

【0010】なお、本発明の他の態様によれば、加熱用ビームの照射部の出力の変化を自由に被加工材へ与えながら任意の自由曲面形状を形成することを特徴とするレーザによる自由曲面成形方法である。

## 【0011】

【作用】本発明のレーザによる自由曲面成形方法を採用することにより、被加工材の所定点を中心とする同心円状あるいは渦巻状または適宜形状の閉曲線を多重に描く態様に前記被加工材に加熱用ビームを照射して球面を含む自由曲面を形成し、あるいは円筒形状の被加工材の一端側にはほぼ三角形形状の複数の突起片を備えた態様に形成し、この円筒形状の前記各突起片の先端部側から基部側へ加熱用ビームを照射して各突起片を内側へ湾曲せしめ、前記各突起片の隣接辺を接合せしめて円筒形状の一端側を半球状に形成し、または加熱用ビームの照射部の出力の変化を自由に被加工材へ与えながら任意の自由曲面形状を形成することによって、特別な金型を使用することなく、所要の自由曲面を形成するものである。

## 【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて、詳細に説明する。

【0013】図1は本発明のレーザ自由曲面成形装置による一実施例の概要説明図を示す。図においてレーザ自由曲面成型装置1は、主としてレーザ発振機3と、反射

鏡5および集光レンズ7からなる加工ヘッド部9と、可動テーブル11およびテーブル制御装置13とから構成されている。被加工材15は可動テーブル11上の保持具17に載置され、レーザ発振機3からレーザビーム19が発振され、反射鏡5および集光レンズ7を経て照射される。

【0014】この際、テーブル制御装置13により可動テーブル11は、レーザビーム19が同心円状(図2(a))にあるいは渦巻き状(図2(b))にまたは楕円状(図2(c))に内側から外側に向けてまたはその逆に外側から内側に被加工材15に向けて照射されるように2次元的回転移動だけでなく、3次元的回転移動制御が行われている。

【0015】例えば、図2(a)の同心円状に照射する場合に、A印をスタート点としエンド点とするとときレーザビーム19により与えられる照射熱量が他の照射ラインに比較して多くなり易い。すなわち、均一な照射熱量が供給されず部分的に変形した曲げ成形になる恐れがある。また、照射方向がX方向とY方向との2方向に分力されると、被加工材15の圧延方向であるX方向にスキヤニングすれば、その曲げ加工が容易で、圧延方向に直角なY方向にスキヤニングすることはその曲げ加工が困難である。

【0016】従って、被加工材15にはこのような組織の不均一な部分があるのが通常であるから、その組織を予め調べて、図2(a)のみでなく図2(b)および図2(c)においても、照射半径および板厚さを考慮した実験式に基づく、レーザ出力が制御されるものとする。

【0017】一般に、レーザビーム19を被加工材15に照射するとき、この被加工材15には図3に示すようなレーザ熱変形が発生するものである。

【0018】図3(a)ではレーザ照射により被加工材15はその表面でレーザビーム19を吸収し、そのエネルギーが伝導により被加工材15中に拡散し、急激な温度分布を生じる。一般の被加工材15は正の熱膨脹係数を有するから、温度上昇とともに加熱部15aは膨脹し、上方向に凸状に変形する。さらに、図3(b)では高温加熱によって被加工材15の降伏応力が低下し、局部的に高温加熱された領域の一部が塑性変形を起し、レーザ照射後、冷却し加熱部15aが収縮を起しても、元の形状には戻らず上方向に凹状に変形するものである。

【0019】このように照射されるレーザビーム19によって、被加工材15は同心円状、渦巻き状あるいは楕円状に、または適宜の閉曲線を多重に描くように内側から外側に向けてまたは外側から内側に向けて照射され、局部的に高温加熱され塑性変形が発生し、冷却後の被加工材15に例えば球状、卵状、ラグビーボール状等の所要の自由曲面を形成し得るものである。

【0020】次に、図4は本発明のレーザ自由曲面成型装置による他の実施例の概要説明図、図5は図4に適用

される予め形成された被加工材の概要図を示す。図において被加工材23は円筒状に形成され、その一端側にはほぼ三角形の複数個の突起片25が設けられている。レーザ自由曲面成型装置1の加工ヘッド部9は、可動テーブル11上の回転保持具29に回転自在に横置された被加工材23の内部に挿入され、被加工材23に回転を付与しながら各突起片25の先端部側から基部側へとレーザビーム19を移動し照射することによって、各突起片25を内側へ湾曲させ、かつ各突起片25の隣接辺をレーザビーム19により接合せしめることによって、この被加工材23の一端側に半球状曲面31を地球儀状に形成することができる。

【0021】次に、図6は本発明のレーザ自由曲面成型装置によるさらに他の実施例の概要説明図を示す。図において円筒状に形成された被加工材27は、可動テーブル11上に回転移動自在に直設され、レーザ自由曲面成型装置1の加工ヘッド部9が被加工材27の内側に挿入され上下方向に移動自在に設けられている。このように構成することにより、被加工材27に任意の個数の波形成曲面33を形成することが可能である。

【0022】次に、図7は本発明のレーザ自由曲面成型装置によるさらに他の実施例の概要説明図を示す。図においてレーザ照射部(加工ヘッド部)9から照射されるレーザビーム19によって、被加工材35が半球状に形成されるために、加工ヘッド部9は上下方向に移動自在であると共に、被加工材35に対して回転自在である。従って、レーザ加工部9の出力の変化が自由に被加工材35に与えられながら、半球状曲面が形成される。

【0023】このように、レーザビーム19による被加工材15、23、27、35の自由曲面成形(レーザ・フォーミング)は、塑性加工の条件がレーザビーム19の照射熱量、すなわちレーザ加工部9のレーザ出力、形状、照射速度および回数等により制御され、被加工材15、23、27、35の溶融熱、熱膨脹、レーザビーム吸収率等の条件により、コンピュータによる熱変形をシミュレーションすることも可能で、容易にプログラム化され、各種の自由曲面が成形される。

【0024】なお、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、適宜の設計の変更を行うことにより、他の態様においても実施し得るもので、主として例えば前記可動テーブルの2次元のみならず3次元的回転移動制御によるものとするも、加工ヘッド部の2次元のみならず3次元的回転移動制御としてもよい。

【0025】

【発明の効果】上記説明ですでに明らかなように、本発明のレーザによる自由曲面成形方法は、被加工材の所定点を中心とする同心円状あるいは渦巻き状または適宜形状の閉曲線を多重に描く態様に前記被加工材に加熱用ビームを照射して球面を含む自由曲面を形成し、あるいは円筒形状の被加工材の一端側にはほぼ三角形の複数個の突

5

起片を備えた態様に形成し、この円筒形状の前記各突起片の先端部側から基部側へ加熱用ビームを照射して各突起片を内側へ湾曲せしめ、前記各突起片の隣接辺を接合せしめて円筒形状の一端側を半球状に形成し、または加熱用ビームの照射部の出力の変化を自由に被加工材へ与えながら任意の自由曲面形状を形成することによって、従来技術の問題点が有効に解決され、特別な金型を使用することなく、所要の自由曲面を形成するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレーザ自由曲面成型装置における一実施例の概要説明図である。

【図2】レーザビームの被加工材への照射状態説明図である。

【図3】レーザビームの被加工材への照射による被加工材の塑性変形説明図である。

【図4】本発明のレーザ自由曲面成型装置による他の実

6

施例の概要説明図である。

【図5】図4に適用される予め形成された被加工材の概要図である。

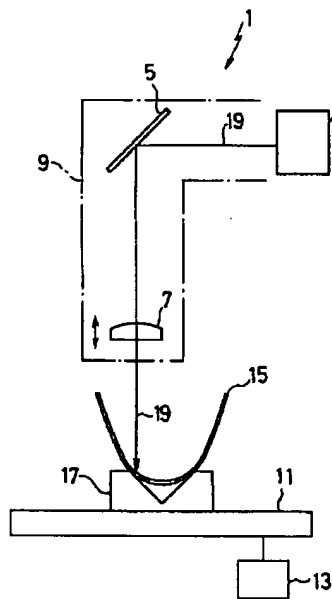
【図6】本発明のレーザ自由曲面成型装置によるさらに他の実施例の概要説明図である。

【図7】本発明のレーザ自由曲面成型装置によるさらに他の実施例の概要説明図である。

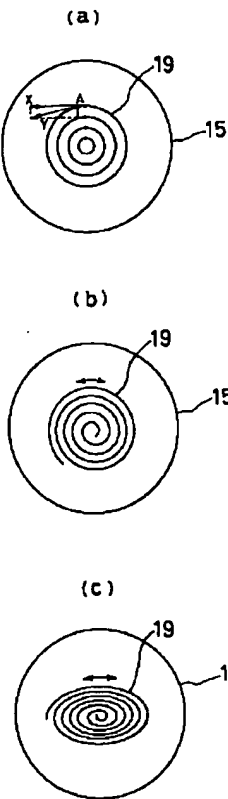
【符号の説明】

- 1 レーザ自由曲面成型装置
- 3 レーザ発振機
- 9 加工ヘッド部
- 11 可動テーブル
- 15, 23, 27, 35 被加工材
- 25 突起片
- 31 半球状曲面
- 33 波形曲面

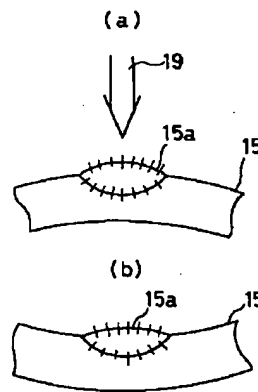
【図1】



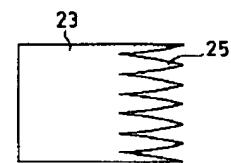
【図2】



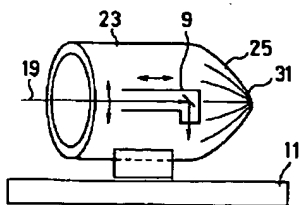
【図3】



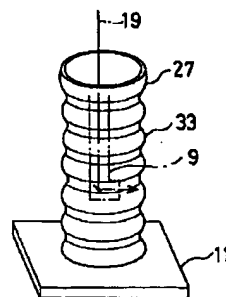
【図5】



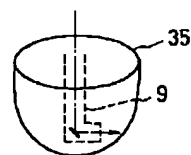
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 織田 直樹  
東京都町田市成瀬台3-23-27